

(11)Publication number : 2002-029048  
(43)Date of publication of application : 29.01.2002

(21)Application number : 2000-213063  
(22)Date of filing : 13.07.2000

(71)Applicant : RICOH CO LTD  
(72)Inventor : HASHIMOTO KENICHIRO

**(57)Abstract:**

25.11.2004

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

<http://www19.ipdl.ncipi.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAA9PayWXDA414029048P1.htm>

2005/09/13

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-29048

(P2002-29048A)

(43)公開日 平成14年1月29日(2002.1.29)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テームト(参考)

B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A 2 C 0 5 7  
1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-213063(P2000-213063)

(22)出願日 平成12年7月13日(2000.7.13)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 橋本 憲一郎

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内

(74)代理人 230100631

弁護士 稲元 富保

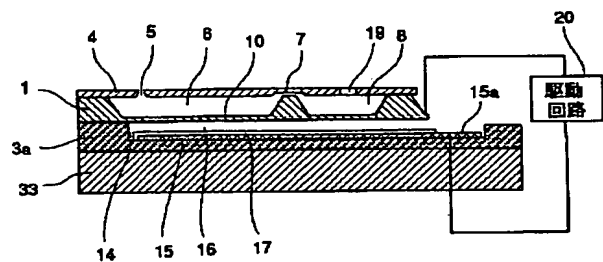
Fターム(参考) 20057 AF93 AG54 AG55 AP02 AP22  
AP27 AP28 AP32 AP34 AP51  
AP52 AP53 AP56 AQ01 AQ02  
AQ06 BA03 BA14 BA15

(54)【発明の名称】 液滴吐出ヘッド

(57)【要約】 (修正有)

【課題】インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室内のインクを加圧する圧力発生手段を備えて、圧力発生手段で発生した圧力で吐出室の壁面を形成している振動板を変形させインクを加圧してノズルからインク滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、吐出特性に影響の大きい振動板の厚さのバラツキを小さくして、吐出特性のバラツキが少ない液滴吐出ヘッドの提供。

【解決手段】振動板10がP型シリコン基板に形成された高濃度P型不純物層を含み、P型シリコン基板のボロン濃度が $1 \times 10^{19}$  (atoms/cm<sup>3</sup>)を越えないものとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面を形成する振動板とを有し、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板がP型シリコン基板に形成された高濃度P型不純物層を含み、前記P型シリコン基板のボロン濃度が $1 \times 10^{19} \text{ (atoms/cm}^3\text{)}$ を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項2】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面を形成する振動板とを有し、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板がN型シリコン基板に形成された高濃度P型不純物層を含み、前記N型シリコン基板のヒ素濃度が $5 \times 10^{18} \text{ (atoms/cm}^3\text{)}$ を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項3】 液滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室と、この吐出室の壁面を形成する振動板とを有し、この振動板を変位変形をさせることで前記ノズルから液滴を吐出させる液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板がN型シリコン基板に形成された高濃度P型不純物層を含み、前記N型シリコン基板のリン又はアンチモン素濃度が $1 \times 10^{18} \text{ (atoms/cm}^3\text{)}$ を越えないことを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記高濃度P型不純物が高濃度ボロンであることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板に対向する電極を有し、前記振動板を静電力で変形変位させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至4のいずれかに記載の液滴吐出ヘッドにおいて、前記振動板に対応する電気機械変換素子を有し、前記振動板を前記電気機械変換素子の変形で変位させることを特徴とする液滴吐出ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は液滴吐出ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 プリンタ、ファクシミリ、複写装置、プロッタ等の画像記録装置或いは画像形成装置として用いるインクジェット記録装置において使用する液滴吐出ヘッドであるインクジェットヘッドとしては、インク滴を吐出するノズルと、このノズルが連通する吐出室（液室、加圧液室、圧力室、インク流路等とも称される。）と、吐出室内のインクを加圧する圧力を発生する圧力発生手段とを備えて、圧力発生手段で発生した圧力で吐出室内のインクを加圧することによってノズルからインク

滴を吐出させる。

【0003】 従来のインクジェットヘッドとしては、圧電素子などの電気機械変換素子を用いて吐出室の壁面を形成している振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させるピエゾ型のもの、吐出室内に配設した発熱抵抗体を用いてインクの膜沸騰でバブルを発生させてインク滴を吐出させるバブル型のもの、吐出室の壁面を形成する振動板（又はこれと一体の電極）と電極を用いて静電力で振動板を変形変位させることでインク滴を吐出させる静電型のものなどがある。

【0004】 ここで、特に静電力で振動板を変形させる静電型インクジェットヘッドにおいては、振動板の機械的変形特性はインク吐出特性に大きく影響するので、振動板の厚みを高精度に制御する必要がある。そこで、従前は、シリコン（Si）基板のエッチング時間を管理してエッチングすることで、所要厚みの振動板を形成する方法が用いられていたが、インクジェットヘッドの小型高性能化が進むにつれて、振動板の更なる薄膜化による高精度の厚み精度が要求されるようになり、エッチング時間を管理するだけでは高精度の振動板を形成することが困難になった。

【0005】 そのため、従来、特開平6-71882号公報や特開昭53-63880号公報に掲載されているように、P型高濃度不純物層のエッチング速度が遅いことを利用して、シリコン基板にP型高濃度不純物層を形成して、このP型高濃度不純物層でエッチングをストップさせることで、P型高濃度不純物層からなる振動板を形成することが知られている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したような高濃度不純物層によるエッチングストップと言っても、完全にエッチングが停止するのではなく、エッチレートが極端に低下するだけである。そのため、エッチングが高濃度不純物層に達してからのエッチング時間の差によって振動板の厚さにバラツキが生じる。

【0007】 また、ノズルが高密度に配列された高密度ヘッドが要求されてくると、振動板もより高密度に配置しなければならないが、振動板を高密度に並べるためには、振動板幅を狭くしなければならず、幅の狭い振動板で所要のインク滴吐出特性を確保するために振動板の厚さを薄くしなければならない。この場合、振動板の振動変位量は、振動板の厚さの3乗に反比例するので、振動板の厚さが薄くなると振動板の厚さのバラツキの絶対値を小さくしなければならなくなる。

【0008】 さらに、インクジェットヘッドの低コスト化のための量産工程では、複数枚のシリコン基板を同時にエッチング液に浸漬し、エッチング時間をシリコン基板の厚さによって決定するが、この場合、各シリコン基板のエッチレートにバラツキがあると、高濃度不純物層に至るまでの時間に差が生じて振動板の厚さにバラツキ

が生じることになる。

【0009】このように、振動板の厚さにバラツキが生じると、各ノズルから吐出するインク滴の吐出特性（滴体積 $M_j$ 、滴速度 $V_j$ ）にバラツキが生じ、また、各ヘッド間でのインク滴の吐出特性（滴体積 $M_j$ 、滴速度 $V_j$ ）にもバラツキが生じることになる。

【0010】本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、滴吐出特性のバラツキが少ない液滴吐出ヘッドを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板がP型シリコン基板に形成した高濃度P型不純物層を含み、P型シリコン基板のボロン濃度が $1E19$  (atoms/cm<sup>3</sup>) を越えない構成としたものである。

【0012】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板がN型シリコン基板に形成した高濃度P型不純物層を含み、このN型シリコン基板のヒ素濃度が $5E18$  (atoms/cm<sup>3</sup>) を越えない構成としたものである。

【0013】本発明に係る液滴吐出ヘッドは、振動板がN型シリコン基板に形成した高濃度P型不純物層を含み、このN型シリコン基板のリン又はアンチモン濃度が $1E18$  (atoms/cm<sup>3</sup>) を越えない構成としたものである。

【0014】これらの本発明に係る液滴吐出ヘッドにおいて、高濃度P型不純物としてはボロンを用いることが好ましい。また、本発明に係る液滴吐出ヘッドとしては、振動板に対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させるもの、或いは振動板に対応する電気機械変換素子を有し、電気機械変換素子の変形で振動板を変形させるものが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図、図2は同ヘッドの透過状態で示す上面説明図、図3は同ヘッドの吐出室長辺方向に沿う模式的断面説明図、図4は同ヘッドの吐出室短辺方向に沿う模式的断面説明図である。

【0016】このインクジェットヘッドは、第一基板である流路基板1と、流路基板1の下側に設けた第二基板である電極基板3と流路基板1の上側に設けた第三基板であるノズル板4との3つの基板を重ねて接合した積層構造からなり、複数のノズル5、各ノズル5が連通するインク流路である吐出室6、吐出室6に流体抵抗部7を介して連通する共通インク室8などを形成している。

【0017】流路基板1には、吐出室6及びこの吐出室6の底部となる壁面を形成する振動板10、各吐出室6を隔てる隔壁11を形成する凹部、共通インク室8を形成する凹部などを形成している。

【0018】この流路基板1は、P型シリコン基板を用

いて、これに高濃度P型不純物としてボロン(B)を拡散した高濃度ボロン拡散層を形成し、このボロン拡散層をエッチングストップとして、高濃度ボロン拡散層を含む振動板10を形成している。なお、高濃度P型不純物としては、ボロン(B)以外にも、ガリウム(Ga)、アルミニウム(Al)等が用いられるが、半導体分野において一般的なボロンを用いることが好ましい。

【0019】すなわち、シリコン基板のドーパントをボロンとしてアルカリ液によるシリコン基板のエッチングを行った場合、エッチングレートは高濃度の領域で非常に小さくなる。そこで、振動板10の形成領域を高濃度ボロンドープ層とし、シリコン基板をアルカリ異方性エッチングして、吐出室6、共通インク室8を形成するときに、ボロンドープ層が露出してエッチングレートが極端に小さくなった時点でエッチストップとすることにより、所要の厚みの振動板10を形成する。

【0020】電極基板3には、シリコン基板を用いて熱酸化等で酸化膜3aを形成し、この酸化膜3aに凹部14を形成して、この凹部14の底面に振動板10に所定のギャップ16を置いて対向する電極15を形成し、この電極15と振動板10によって、振動板10を変位させて吐出室6の内容積を変化させるアクチュエータ部を構成している。

【0021】なお、電極15は電極リード部15aを介して外部に延設して、外部駆動回路(ドライバIC)と接続するための端子部15bを一体に形成している。また、端子部15bを除いてシリコン酸化膜を全面に $0.1\mu\text{m}$ 厚みで被覆して絶縁層17とし、駆動時の絶縁破壊、ショートを防止するようにしている。

【0022】なお、具体的には、シリコン基板に $2\mu\text{m}$ 厚みの酸化膜3aを形成し、この酸化膜3aに深さ $0.3\mu\text{m}$ 、電極15よりやや大きめの電極形状に類似した形状の凹部14をエッチングで形成して、この凹部14の底面に電極15となる窒化チタンを $0.1\mu\text{m}$ スパッタし、窒化チタンをパターン化することで電極15を形成している。したがって、流路基板1と電極基板3を接合した後のギャップ16(振動板10と電極15との間隔)は $0.2\mu\text{m}$ となる。また、電極基板3はシリコン基板の変わりにバイレックスガラス基板を用いてもよい。バイレックスガラス基板を用いた場合、流路基板1とは陽極接合によって接合できる。

【0023】ノズル板4は、厚さ $50\mu\text{m}$ のステンレス材(SUS)を用いて、ノズル5、液体抵抗部7及び共通インク吐出室8へ外部からインクを供給するためのインク供給口19を形成している。

【0024】上記のように構成したインクジェットヘッドにおいては、電極15に駆動回路20によって $0\text{V}\sim 35\text{V}$ のパルス電位を印加すると、電極15の表面がプラスに帯電し、対応する振動板10の下面がマイナス電位に帯電するので、振動板10は静電気の吸引作用によ

10

20

30

40

50

り電極15側に撓む。次に、電極15へのパルス電位の印加をオフにすると、振動板10が復元し、これにより、吐出室6内の圧力が急激に上昇し、ノズル5からインク滴が吐出される。さらに、振動板10が再び電極15側へ撓むことにより、インクが共通インク室8から流体抵抗部7を介して吐出室6内に補給される。

【0025】次に、このインクジェットヘッドの製造工程について図5及び図6をも参照して説明する。図5

(a)に示すように、結晶面方位(110)、厚さ500 $\mu\text{m}$ 、ドーパントがボロン、抵抗率10 $\Omega\text{cm}$ であるシリコン基板21を用いて、同図(b)に示すように、固体拡散法によりボロン拡散し、高濃度ボロン拡散層22aを形成する。

【0026】具体的には、シリコン基板21(シリコンウェハ)と固体拡散源を向かい合わせに並べて750℃の炉の中にセットし、この炉の中には0.25%の酸素を混入した窒素を流しておく。そして、炉の温度を7℃/minのレートで1150℃まで上昇し、その状態で120min保持した後、7℃/minのレートで750℃まで下げて、シリコン基板21を取り出す。これにより、シリコン基板21に高濃度ボロン拡散層22aが形成される。

【0027】なお、この他、臭化ホウ素( $\text{BBr}_3$ )を用いた気相拡散法、ボロンを高エネルギーで注入するイオン注入法又は酸化ホウ素( $\text{B}_2\text{O}_3$ )を有機溶媒に分散させウェハ上にスピコートする塗布拡散法、エピタキシャル法などでも、高濃度ボロン拡散層22aを形成できる。

【0028】この段階で得られた高濃度ボロン拡散層22aは、図7の線aで示すように表面(吐出室側と逆の面)が濃度の最も高くなる濃度分布を有している。

【0029】その後、図5(c)に示すように、Si基板21表面に形成された $\text{B}_2\text{O}_3$ 層をフッ酸により除去し、次いで、ボロン拡散により荒れが生じ、また $\text{B}_2\text{O}_3$ 層の下に形成されているシリコンとボロンの化合物層を除去して、Si基板21表面を直接接合できるようにするため、CMP(chemical-mechanical-polishing)研磨を行って表面粗さ $R_a=0.5\text{nm}$ 以下の表面性を有する高濃度ボロン拡散層22を得た。

【0030】このCMP研磨は、最表面を深さ1000 $\text{\AA}$ 以下で面内均一に研磨することができるので、高濃度ボロン拡散層22aの変化が微量であり、且つ、予め研磨量を見込んで拡散条件を決めればよい。また、CMP研磨を行う前に、ボロンとシリコンの化合物層を酸化してフッ酸で除去するようにしてもよい。

【0031】そして、上述したようにして得られたシリコン基板21を図6(a)に示すように別途製作した電極基板3上に直接接合する。ここでは、減圧下でプリボンドしたものを、900℃、2時間の熱処理をすることにより接合した。そして、同図(b)に示すように、厚

さ500 $\mu\text{m}$ のシリコン基板21を厚さ100 $\mu\text{m}$ まで研磨して薄くする。続いて、同図(c)に示すように、接合された電極基板3とシリコン基板21にLP-CVDによりシリコン窒化膜24を形成する。

【0032】次に、シリコン基板21上に形成されたシリコン窒化膜24上にレジストをコーティングし、露光、現像を行って吐出室6及び共通インク室8などに対応するレジストパターンを形成する。このとき、電極基板3の電極15と吐出室のレジストパターンの位置が一致するようにIR光によりアライメントする。そして、レジストの開口部のシリコン窒化膜24をドライエッチによりエッチング除去し、レジストを除去することにより、同図(d)に示すように、シリコン窒化膜24のパターン25を形成する。

【0033】そして、10wt%の水酸化カリウム水溶液によって温度80℃にてシリコン基板21の異方性エッチングを行う。このエッチング液では(110)面のエッチングは2.5 $\mu\text{m}$ /分の速さで進行した。このようにエッチングが進行して高濃度ボロン層22に達すると、エッチレートは低下する。図7に示したようにエッチングが進むにつれてボロン濃度が高くなっていくので、ボロン濃度に対応してエッチレートが低下する。この場合、エッチングは完全に停止しないのでエッチング停止を見極めるのが困難である。

【0034】そこで、エッチング時間を100 $\mu\text{m}$ の低濃度ボロンドープの(110)シリコン基板が貫通するエッチング時間より30分長い時間に設定した。ここで、10wt%の水酸化カリウム水溶液を80℃では、厚さ100 $\mu\text{m}$ の(110)シリコン基板は40分で貫通したので、エッチング時間を70分に設定した。エッチング終了時にはボロン濃度が $1.3\text{E}20(\text{atoms}/\text{cm}^3)$ のところでエッチレート比は1/100に低下し、厚さ3 $\mu\text{m}$ の振動板10が得られた。さらに、以上の条件により振動板10として、厚さはバラツキ3 $\sigma$ で $3\pm0.15\mu\text{m}$ であり、エッチング表面性は表面粗さ $R_a=0.02\mu\text{m}$ のものが得られた。

【0035】以上のようにして振動板10を形成するのであるが、この振動板10の精度がシリコン基板のドーパント濃度によって影響されるという知見を得た。そこで、先ず、ドーパントがボロンである結晶面方位(110)のP型シリコン基板について、表1に示すように、種々の抵抗率の仕様のシリコンウェハを用意し、同一仕様の基板から無作為に20枚を選び、上述したようにして高濃度ボロン拡散層を形成し、エッチングを行って振動板10を形成した。

【0036】なお、エッチング液としては、水酸化カリウム(KOH)10wt%、KOH5wt%、アルカリ現像液(TMAH)22%、KOH30wt%にイソプロピルアルコール(IPA)を添加したもの、エチレンジアミンピロカテコール液(EDP)を用いた。

【0037】そして、各振動板10の厚みを測定し、そのバラツキを評価した。この評価結果を表1に示している。なお、同表中、評価結果の「○」は振動板厚さバラツキ3σが±0.2μm以下、「△」は振動板厚さバラツキ3σが±0.3μm以下、「×」は振動板厚さバラツキ3σが±0.3μmを超えることを示している。

【0038】

【表1】

基板抵抗率仕様 (Ωcm)	基板ボロン濃度 (atoms/cm <sup>3</sup> )	KOH5wt%	KOH10wt%	TMAH22%	KOH30wt% +IPA	EDP
0.006以下	2E19以上	×	×	×	×	×
0.006~0.01	2E19~1E19	×	×	×	×	×
0.01~0.02	1E19~5E18	△	△	△	×	×
0.02~0.05	5E18~1.5E18	○	○	○	△	△
0.1~0.2	5E17~2E17	○	○	○	○	○
1~2	2E16~8E15	○	○	○	○	○
10~20	1.5E15~6E14	○	○	○	○	○
20~50	5E14~2E14	○	○	○	○	○

【0039】この表1から分かるように、P型シリコン基板のボロン濃度は1E19(atoms/cm<sup>3</sup>)を越えない、好ましくは、5E18(atoms/cm<sup>3</sup>)を越えないことで、振動板10の厚さバラツキが小さくなる。

【0040】すなわち、P型シリコン基板の抵抗率が小さくなるとドーパントであるボロン濃度が高くなり、エッチレートはドーパント濃度に依存して小さくなる。一方、ドーパント濃度が低い場合には、エッチレートはドーパント濃度に依存しなくなる。また、P型シリコン基板間のドーパント濃度が均一であれば、ドーパント濃度が高くてもエッチレートは均一に小さくなるので、エッチング時間を調節することによって振動板10を得ることができるが、より高精度の振動板10を得るためにはP型シリコン基板のエッチレートと高濃度ボロン拡散層のエッチレートの比はできるだけ大きい方がエッチングストップの観点から好ましく、又、P型シリコン基板のドーパント濃度はエッチレートに影響を与えない濃度である方が好ましい。

【0041】また、異なるインゴットから切り出したP型シリコン基板や、或いは同じインゴットから切り出したP型シリコン基板であっても、P型シリコン基板間で抵抗率(ドーパント濃度)にバラツキがある。このP型シリコン基板の生産工程では更に多数のP型シリコン基板を同時にエッチングを行うが、P型シリコン基板間でドーパント濃度にバラツキがあると、P型シリコン基板※

※間でエッチレートに差が生じて振動板10の厚さにバラツキが生じてしまうことになる。

【0042】したがって、P型シリコン基板のドーパント濃度を低くすることで、エッチレートがドーパント濃度に依存しなくなり、ドーパント濃度にバラツキがあってもエッチレートが均一であり、均一な振動板10を形成することができるようになる。

【0043】次に、ドーパントがヒ素(As)である結晶面方位(110)のN型シリコン基板について、表2に示すような種々の抵抗率の仕様のシリコンウェハを用意し、上述と同様に、同一仕様の基板から無作為に20枚を選び、上述したと同様にして高濃度ボロン拡散層を形成し、エッチングを行って振動板10を形成した。

【0044】なお、エッチング液としては、KOH10wt%、KOH5wt%、TMAH22%、KOH30wt%にイソプロピルアルコール(IPA)を添加したもの、エチレンジアミンピロカテコール液(EDP)を用いた。

【0045】そして、各振動板10の厚みを測定し、そのバラツキを評価した。この評価結果を表1に示している。なお、同表中、評価結果の「○」は振動板厚さバラツキ3σが±0.2μm以下、「△」は振動板厚さバラツキ3σが±0.3μm以下、「×」は振動板厚さバラツキ3σが±0.3μmを超えることを示している。

【0046】

【表2】

基板抵抗率仕様 (Ωcm)	基板ヒ素濃度 (atoms/cm <sup>3</sup> )	KOH5wt%	KOH10wt%	TMAH22%	KOH30wt% +IPA	EDP
0.006以下	1E19以上	×	×	×	×	×
0.006~0.01	1E19~5E18	×	×	×	×	×
0.01~0.02	5E18~2E18	△	△	△	△	△
0.02~0.05	2E18~4E17	○	○	○	○	○
0.1~0.2	1E17~4E16	○	○	○	○	○
1~2	6E16~3E15	○	○	○	○	○
10~20	5E14~2E14	○	○	○	○	○

【0047】この表2から分かるように、N型シリコン基板中のヒ素濃度は5E18(atoms/cm<sup>3</sup>)を越えないこと、好ましくは2E18(atoms/cm<sup>3</sup>)を越えないことで、振動板10の厚さのバラツキを小さくすることができ、高精度の振動板10が得られる。

【0048】高濃度ヒ素は一般的にエッチングストップにはあまり使われないが、ヒ素濃度がE18乗台から高濃度側に行くに従ってエッチレートが徐々に低下する。ただし、エッチングストップに使えるほどのエッチレートの低下はない。しかし、ヒ素濃度によってエッチレートが変化するので、ヒ素濃度の高いN型シリコン基板で

はエッチレートにバラツキが生じ、振動板10の厚さのバラツキも大きくなる。ヒ素の場合、上述したボロンに比べドーパント濃度に対するエッチレートの変化が緩やかなため、エッチング液による差はあまり見られなかった。

【0049】また、N型シリコン基板のドーパントとしてヒ素以外にリン(P)やアンチモン(Sb)などがあるが、これらのドーパントも高濃度になるとエッチレートに影響を与える。これらのドーパントにおいてはドーパント濃度が $1 \times 10^{18} (\text{atoms}/\text{cm}^3)$ 以下ではエッチレートはドーパント濃度に依存しなくなり、均一な振動板10を形成することができる。

【0050】なお、ここでは、結晶面方位(110)のシリコン基板のエッチングを例として説明したが、結晶面方位(100)のシリコン基板において、同様にドーパント濃度が高くなるとエッチレートが低下するので、上述した説明が当てはまる。(100)シリコン基板でも同じことが言える。また、エッチング液として、TM AH、水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液、水酸化リチウム(LiOH)水溶液、EDPなども用いることができる。

【0051】また、上記実施形態では振動板を静電力で変位させてインクを吐出させる静電型インクジェットヘッドに適用した例としたが、振動板を圧電素子などの電気機械変換素子で変形させてインク滴を吐出させるピエゾ型インクジェットヘッド等にも適用することができる。また、液滴吐出ヘッドとしてはインクジェットヘッドに限らず、液体レジスト等を吐出するヘッドにも適用することができる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、P型シリコン基板のボロン濃度が $1 \times 10^{19} (\text{atoms}/\text{cm}^3)$ を越えないので、エッチレートはボロン濃度に依存せず、高精度な厚みの振動板を形成することができて、滴吐出特性のバラツキが少なくなる。

\*

\*【0053】本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、N型シリコン基板のヒ素濃度が $5 \times 10^{18} (\text{atoms}/\text{cm}^3)$ を越えないので、エッチレートはヒ素濃度に依存せず、高精度な厚みの振動板を形成することができて、滴吐出特性のバラツキが少なくなる。

【0054】本発明に係る液滴吐出ヘッドによれば、N型シリコン基板のリン又はアンチモン濃度が $1 \times 10^{18} (\text{atoms}/\text{cm}^3)$ を越えないので、エッチレートはヒ素濃度に依存せず、高精度な厚みの振動板を形成することができて、滴吐出特性のバラツキが少なくなる。

【0055】これらの本発明に係る液滴吐出ヘッドにおいて、高濃度P型不純物としてボロンを用いることで、低コスト化を図れる。また、本発明に係る液滴吐出ヘッドとしては、振動板に対向する電極を有し、振動板を静電力で変形変位させるものとするすることで、低電圧駆動が可能な液滴吐出ヘッドを得られ、また、振動板に対応する電気機械変換素子を有し、電気機械変換素子の変形で振動板を変形させるものとするすることで、低コスト化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した静電型インクジェットヘッドの分解斜視説明図

【図2】同ヘッドの透過状態で示す上面説明図

【図3】同ヘッドの吐出室長辺方向に沿う模式的断面説明図

【図4】同ヘッドの吐出室短辺方向に沿う模式的断面説明図

【図5】同ヘッドの製造方法における高濃度ボロン拡散層の形成工程の説明に供する説明図

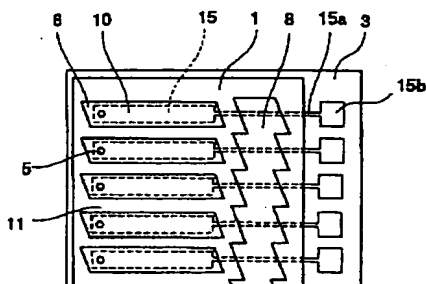
【図6】同ヘッドの製造工程の説明に供する説明図

【図7】図5の高濃度ボロン拡散層のボロン濃度分布図

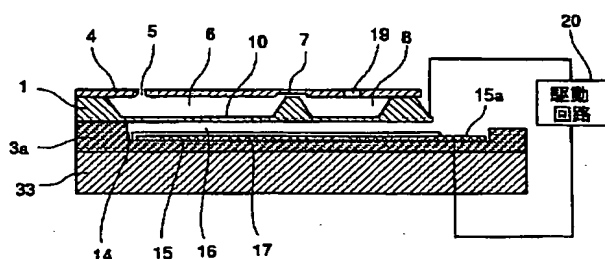
【符号の説明】

1…流路基板、3…電極基板、3a…酸化膜、4…ノズル板、5…ノズル、6…吐出室、10…振動板、15…電極、21…シリコン基板、21a…高濃度ボロン拡散層。

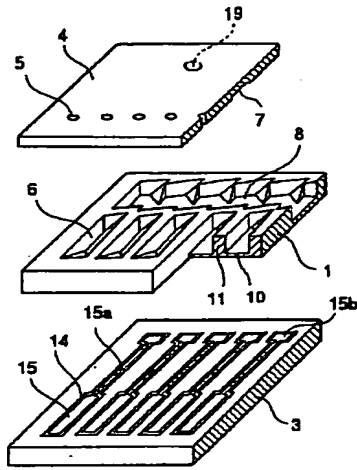
【図2】



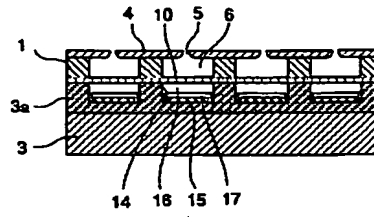
【図3】



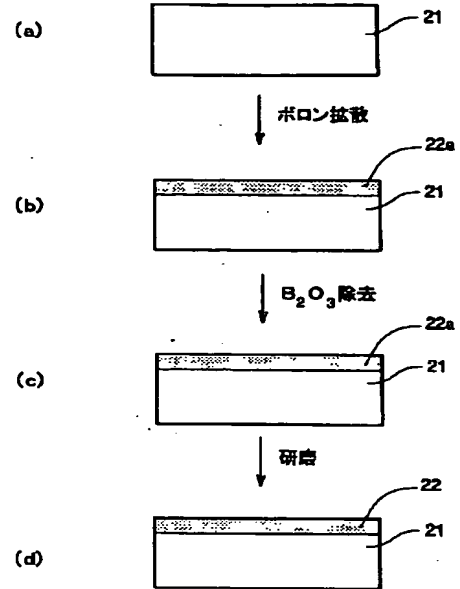
【図1】



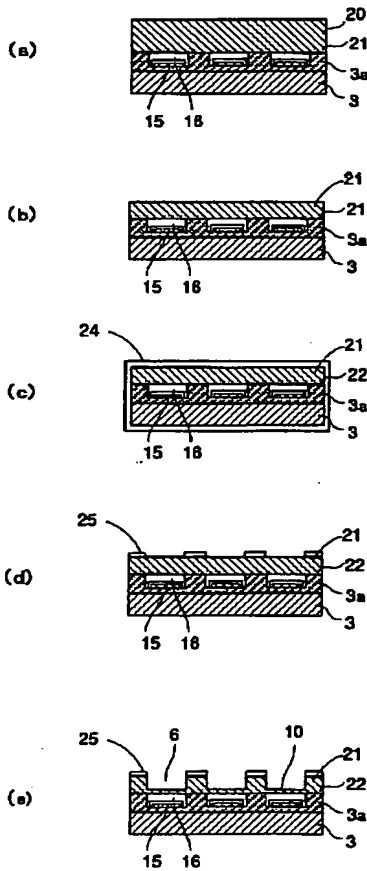
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

